1917

Über behelfsmässige Druckdifferenzverfahren unter Beifügung eines eigenen Verfahrens.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin und Chirurgie

mit Genehmigung der hohen Medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Hans Holfelder

aus Wernigerode am Harz

z. Zt. im Felde als Assistenzarzt der Reserve in einem Infanterie-Regiment.

Halle (Saale)

Buch- und Steindruckerei Dr. phil. Fritz Maennel

(früher: C. A. Kaemmerer & Co.)

1917.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät der Universität Halle-Wittenberg.

Referent: Prof. Dr. **Schmieden.**

Schieck
z. Z. Dekan.

Die Notwendigkeit der Druckdifferenzoperationen im Felde.

Auf der Kriegschirurgentagung in Brüssel im April 1915 betonte Sauerbruch, daß sich jedem, der im Frieden viel mit Druckdifferenz gearbeitet hat, die Notwendigkeit unbedingt aufdrängen müsse, die operative Versorgung des traumatischen offenen Pneumothorax mit ihrer Hilfe vorzunehmen. Er konnte zwar damals noch nicht über hinreichende Erfahrungen aus dem Felde berichten, sprach aber die Hoffnung aus, daß durch Anwendung der Druckdifferenz die Prognose dieser schweren Verletzungen erheblich gebessert werden könnte. Es sei mir gestattet, die damaligen Ausführungen Sauerbruchs über die Versorgung des traumatischen offenen Pneumothorax im Felde hier wörtlich wiederzugeben, weil die darin enthaltenen Richtlinien auch heute noch, nach den Erfahrungen von weiteren 1½ Kriegsjahren volle Geltung besitzen:

„. . . Die Ueberzeugung, daß bei diesen Verletzungen der offene Pneumothorax besonders ungünstig wirkt, ließ uns, ähnlich wie bei den Granatwunden der Brustwand eine Excision der Wunde

mit Naht vornehmen. Man erreichte zwar dadurch einen besseren Verlauf in der ersten Zeit nach der Verletzung und eine subjektive Besserung der Atembeschwerden, dann kam es aber trotzdem zur Verschlechterung des Gesamtzustandes, was meistens zum Tode führte. Bei der Sektion der Verstorbenen fanden sich schmierig aussehende, zerfetzte, unregelmäßige Lungenwunden, die häufig mit Absceß- oder Gangränherden durchsetzt waren, und in denen Granatsplitter, Knochenstücke und Kleiderfetzen sich fanden. Von hier aus kam es zur tödlichen Infektion der Pleurahöhle. Diese Befunde weisen mit Nachdruck darauf hin, daß unsere bisherige Therapie nicht genügt. Voraussetzung für einen günstigen Verlauf ist die Herstellung besserer Wundheilungsverhältnisse, nicht nur an der Brustwand, sondern vor Allem auch an der Lunge. Es entsteht darum die Frage, ob wir bei diesen schweren Verletzungen nicht verpflichtet sind, nach gründlicher Excision der Brustwandwunde eine breite Eröffnung der Brusthöhle vorzunehmen, die Lungenwunde anzufrischen, zu nähen, und für eine gründliche Ausspülung oder Austupfen der Brusthöhle zu sorgen.

Ob bei dem schweren Gesamtzustand des Verletzten und den äußeren schwierigen Verhältnissen ein solcher Eingriff immer indiciert ist, erscheint mir sehr fraglich. Darüber besteht aber für

mich kein Zweifel, daß angesichts der schlechten Resultate der konservativen Therapie der Versuch chirurgischer Behandlung in diesen Fällen berechtigt ist, umsomehr wird man sich dazu entschließen dürfen, wenn Druckdifferenz zur Verfügung steht, welche die Gefahren des Eingriffes wesentlich mindert, den Erfolg deshalb aber erhöht . . .".

Sauerbruch fordert hiermit für die schweren Formen der Brustverletzungen, die mit offenem Pneumothorax einhergehen, die sofortige Umschneidung und Naht der Lungen- und der Brustwandwunde. Die Forderung der aktiven radikalen Therapie wird begründet mit den großen Mißerfolgen, die die konservative Therapie bei diesen schweren Brustschüssen gehabt hat, und bildet auf dem Gebiet der Brustschüsse ein Gegenstück zu der Forderung Schmiedens und Enderlens (auf demselben Kongreß), Bauchschüsse mit Verletzung des Magendarmkanals durch sofortige radikale Laparotomie zu versorgen.

Wie die Durchführung einer Laparotomie von gewissen äußeren Voraussetzungen abhängig ist, und das Vorhandensein gewisser Hilfsmittel, wie Bauchkompressen und ausgiebige Kochsalzspülung, den Erfolg des Eingriffes erhöht, so ist auch die Ausführung einer Thorakotomie nur bei einwandfreier Asep-

sis möglich und gestaltet sich wesentlich günstiger, wenn sie unter Druckdifferenz vorgenommen werden kann. Dadurch werden die schweren Gefahren des offenen Pneumothorax fast völlig behoben, diese bestehen primär in der akuten Atemnot mit anschließendem Herzkollaps und sekundär in der großen Neigung des Brustfelles zur Infektion, wenn der Pneumothorax nicht rechtzeitig und restlos beseitigt werden kann.

Physiologie des offenen Pneumothorax.

Ueber die schuldigen Momente, die die klinisch so alarmierenden Symptome des offenen Pneumothorax verursachen, sind wir durch die Untersuchungen von Sauerbruch, Brauer, Seidel, Bruns und besonders von v. Spee näher unterrichtet. Wir müssen die mechanischen Atmungsstörungen von den Veränderungen des Kreislaufs unterscheiden. Wir wissen, daß nach Eröffnung einer Brusthöhle die Lunge dieser Seite infolge des Fortfalles des negativen Druckes zwischen beiden Pleurablättern kollabiert und somit vom Atmungsgeschäft ausgeschaltet wird. Der gesamte Gasaustausch muß daher von der Lunge der gesunden Seite übernommen werden. Aber auch diese Lunge ist in ihrer Atembewegung sehr stark mechanisch behindert. Da das Mittelfell, infolge des ungleichmäßigen Druckes, der Lunge keinen festen Widerstand zu bieten vermag, kommen die Atembe-

wegungen des Brustkorbs und des Zwerchfelles nicht zur vollen Geltung. Denn die Lunge weicht bei der Exspiration nach der kranken Seite aus und zieht umgekehrt bei der Inspiration das Mittelfell nach der gesunden Seite herüber. Das kommt durch die paradoxen Pendelbewegungen des Mittelfelles zum Ausdruck, die von Garré mit dem Namen des „Mediastinalflatterns“ bezeichnet worden sind.

Wird also durch das sogenannte „Mediastinalflattern“ schon eine verhängnisvolle Beschränkung des Gasaustausches der allein atmenden Lunge bedingt, so erfährt dieser Gasaustausch noch eine weitere Einschränkung durch verminderte Durchblutung beider Lungenflügel. v. Spee zeigte durch eingehende Untersuchungen, daß die Füllung des rechten Herzens von der Spannung der Lungen abhängig ist, und daß das Schlagvolumen des rechten Herzens in dem Augenblick, wo es zum Kollaps einer Lunge kommt, eine starke Verminderung erfährt. v. Spee nennt deshalb die diastolische Weite der Herzhöhle „eine Funktion der Lungenspannung“. Es ist einleuchtend, daß eine Herabsetzung des Schlagvolumens des rechten Herzens eine Verminderung der Blutzufuhr zu beiden Lungen und somit eine weitere Einschränkung des Gasaustausches in der nur mangelhaft atmenden Lunge zur Folge hat. Wir müssen also sowohl die geschilderten mecha-

nischen Atmungsstörungen, als auch die Verminderung der Herztätigkeit für das Zustandekommen der bedrohlichen Erscheinungen beim Pneumothorax verantwortlich machen.

Wenn dagegen die Druckdifferenz zwischen Lungeninnenfläche und Lungenoberfläche in dem Maße wiederhergestellt wird, daß sie der kontrahierenden Kraft der elastischen Lungenfasern die Wage hält, werden die verhängnisvollen Bewegungen des Mittelfelles verhindert und beide Lungen beteiligen sich wieder in normaler Weise an der Atmung, das Schlagvolumen des Herzens steigt infolge der günstigen Wirkung der Lungenspannung wieder zur Norm, kurzum: die bedrohlichen Erscheinungen des offenen Pneumothorax sind mit einem Mal behoben.

Auch die Infektionsgefahr wird dadurch wesentlich vermindert, denn die Lunge füllt nun wieder die Brusthöhle vollständig aus, sodaß beide Brustfellblätter wieder, wie gewöhnlich, eng aneinander liegen und dadurch die Möglichkeit haben, durch umgrenzte Verklebungen die Brusthöhle vor der allgemeinen Infektion zu schützen.

Die vor Kriegsausbruch vorhandenen Druckdifferenzapparate.

Sauerbruch löste zuerst im Jahre 1904 das Problem des Druckdifferenzverfahrens durch den Bau seiner klassischen Unterdruckkammer. Diese

besteht aus einem luftdichten Raum, der für Patienten, Operateur und Assistenten Platz bieten muß. An der einen Wand desselben ist ein kreisrundes Loch, mit einer Gummimanschette versehen, angebracht, durch das der Kopf des Patienten nach außen hindurchgesteckt wird. Mittels einer Saugpumpe wird die Luft aus dem Innern dieser Kammer beständig abgesogen. Ein einfaches Wasserstandsventil, das durch Verschieben des luftzuführenden Glasrohres auf jede beliebige Druckhöhe eingestellt werden kann, läßt immer nur dann frische Luft in die Kammer einströmen, wenn der negative Kammerdruck die eingestellte Wasserhöhe überschreitet. Auf diese Weise wird in der Kammer ein dauernd konstanter, beliebig einstellbarer, negativer Druck erzeugt und gleichzeitig für ausreichende Lüftung gesorgt, sodaß der Aufenthalt in der Kammer über mehrere Stunden möglich ist. Sauerbruch nannte diese Methode das Unterdruckverfahren im Gegensatz zu dem Ueberdruckverfahren, das Brauer im Anschluß an Sauerbruchs Verfahren, gewissermaßen als Umkehr desselben, ausgearbeitet hatte.

Brauer stellte die Druckdifferenz dadurch her, daß er den Druck über der Lungeninnenfläche verstärkte. Dies Verfahren bedeutete gegenüber dem Unterdruckverfahren insofern eine Vereinfachung, als dabei nicht der ganze Körper des Patienten und außer-

dem Operateur und Assistent in einer entsprechend großen Kammer mit negativem Druck eingeschlossen werden mußten, sondern nur der Kopf des Patienten in einen Kasten mit positivem Druck gesteckt zu werden brauchte. Ein Kapselgebläse mit Motor- oder Handbetrieb führt eine ausgiebige Luftmenge unter erhöhtem Druck in den Kopfkasten, aus dem die Luft durch ein mit einem verstellbaren Laufgewicht belastetes Federventil entweichen kann. Durch sehr weite Rohrleitungen und ergiebige Luftzuführung ist für ausreichende Ventilation gesorgt und werden unliebsame Druckschwankungen vermieden. Außerdem ist in den Apparat ein Roth-Draeger'scher Narkoseapparat eingebaut.

Sowohl die Sauerbruch'sche Unterdruckkammer, als auch der weniger umfangreiche Brauer'sche Ueberdruckapparat lösen das Prinzip der Druckdifferenz in idealer Weise. Trotzdem hat die Frage, ob zwischen beiden Verfahren physiologische oder praktische Unterschiede bestänen, durch die ein Nachteil des Ueberdruckverfahrens gegenüber dem Unterdruckverfahren bedingt wäre, einen langwierigen Streit entfacht, an dem sich außer Sauerbruch und Brauer besonders Tiegel, Dreyer, Spannaus, Seidel und Mayer (Brüssel) beteiligten. Dieser Streit war zweifelsohne schuld an der langsamen Einbürgerung des Druck-

differenzverfahrens in die Chirurgie; das Endergebnis war, daß alle Autoren das Ueberdruckverfahren praktisch dem Unterdruckverfahren voll gleichwertig hielten.

Sauerbruch fand allerdings in zwei seltenen Spezialfällen, nämlich bei der Operation des Spannungspneumothorax und bei der Exstirpation von Lungenabschnitten, eine grundsätzliche praktische Ueberlegenheit des Unterdruckverfahrens, betonte aber im Uebrigen die völlige praktische Gleichwertigkeit beider Verfahren. Er fand nämlich, daß der negative Kammerdruck bei der Operation des Spannungspneumothorax eine sehr günstige Saugwirkung auf die in den Maschen des Mittelfelles und des Unterhautzellgewebes befindliche unter Atmosphärendruck stehende Luft ausübte. Ferner fand er im Tierexperiment, daß Totalexstirpationen einer Lunge, unter Ueberdruck ausgeführt, durchschnittlich einen schlechteren Verlauf nahmen, als bei der Anwendung des Unterdruckverfahrens. Er erklärt diese Tatsache daraus, daß beim Ueberdruckverfahren nach der Lungenfortnahme die Luft in der leeren Pleurahöhle unter Atmosphärendruck zurückbleibt und deshalb ein direktes Hindernis für den physiologischen Raumausgleich in der Brusthöhle bildet, während beim Unterdruckverfahren infolge der Druckverminderung in der Pleurahöhle die Verschiebung der Organe viel schneller eintritt.

Von diesen beiden Spezialfällen abgesehen, sind also beide Verfahren einander völlig gleichwertig: Beide Apparate geben bei leichter Handhabung die unbedingte Gewähr für eine anhaltende, konstante und beliebig einstellbare Druckdifferenz bei stets guter Zusammensetzung der Atmungsluft. Diese hohe Betriebssicherheit und beliebige Einstellbarkeit der Arbeitsleistung konnte aber bei beiden Verfahren nur durch einen sehr umfangreichen, schwer transportierbaren und kostspieligen Apparat erreicht werden, zu dessen Anschaffung nur die wenigsten Krankenhäuser und Kliniken Mittel und Raum zur Verfügung hatten.

Es sind deshalb im Anschluß an den Brauer'schen Apparat eine ganze Reihe Ersatzapparate entstanden, die teilweise unter Verzichtleistung auf diesen oder jenen Vorteil des Brauer'schen Apparates vor allen Dingen eine Vereinfachung desselben bezwecken. Solche Apparate sind angegeben worden von:

Mayer und Danis im Jahre 1907,
Robinson im Februar 1908,
Tiegel im April 1908,
Brat und Schmieden im November 1908,
Karewsky im Anfang des Jahres 1909,
Lotheisen im Jahre 1910,
vom Draegerwerk-Lübeck im Jahre 1911 und 1912

und von mehreren andern.

Eine wesentliche Vereinfachung ist fast allen diesen Apparaten gemeinsam: der große Kopfkasten des Brauer'schen Apparates wird bei ihnen ersetzt durch eine luftdicht abschließende Gesichtsmaske; dadurch wird von vornherein auf die Möglichkeit verzichtet, für die Zeit eines zur Beseitigung einer Narkosestörung notwendigen Eingriffes (Hilfeleistung beim Erbrechen, Zunge vorziehen u. a.) die Druckdifferenz aufrecht zu erhalten. Es muß vielmehr in solchen Momenten die Operation unterbrochen und die Brustwunde mit feuchten Kompressen, oder durch Hervorziehen der Lunge in das Brustwandfenster (Müller'scher Handgriff) verschlossen gehalten werden, bis die Narkosestörung beseitigt und die Maske wieder dicht aufgesetzt ist.

Sauerbruch spricht außerdem allen Ueberdruckapparaten, die mit Gesichtsmaske arbeiten, die Fähigkeit ab, eine dauernd konstante Druckdifferenz zu halten, und somit die Idee des Druckdifferenzverfahrens zu erfüllen. Dreyer dagegen fand durch Untersuchungen im Tierexperiment, daß bei der Anwendung der vereinfachten Ueberdruckapparate, obwohl sie mit engen Rohren und Ventilen arbeiten, und obwohl die Konstanz der Druckdifferenz bei ihnen nicht völlig erhalten ist, schädliche Wirkungen auf Atmung und Kreislauf, die ihre Anwendung beim Menschen verbieten würden, nicht vorkommen.

Robinson verwandte als Druckluftquelle eine Wasserstrahlpumpe. Das komplizierte Röhrensystem seines Apparates ließ ihn jedoch von vornherein für die praktische Chirurgie wenig geeignet erscheinen.

Die übrigen vereinfachten Ueberdruckapparate besitzen fast alle eine Sauerstoffbombe als Druckluftquelle. Dies ist z. B. bei dem von Mayer und Danis konstruierten Ueberdruckapparat der Fall. Dabei wird der Ueberdruck einfach durch Vorschaltung eines Wasserstandsventils vor den Ableitungsstrom der Ausatmungsluft, also durch Erschwerung der Exspiration erzeugt. Als Maske dient ein Mundstück mit intrabuccal einzuführendem Flansch, ähnlich dem Mundstück des vom Draegerwerk gebauten „Selbstretters" für Grubenbetriebe. Die Nase wird durch eine Klammer verschlossen gehalten. Um die Druckschwankungen möglichst abzuschwächen, ist erstens ein Gummiballon dicht am Mundstück und zweitens ein großer Kasten dicht vor dem Ausatmungsventil als Windkessel in die Rohrleitung eingeschaltet. (Später verzichteten die Autoren auf diesen großen Windkessel.)

Nach demselben Grundsatz konstruierte Tiegel seinen Ueberdruckapparat, der wegen seiner äußerst einfachen und zweckmäßigen Konstruktion geradezu als der „klassische Behelfsapparat für Ueberdrucknarkose" bezeichnet werden kann.

Tiegel selbst sagt schon 1908, daß sein Apparat sich besonders für die Kriegschirurgie eignen werde. Der Sauerstoff einer Sauerstoffbombe gelangt durch ein Reduzierventil und einen Schlauch zuerst in einen Gummiballon, der vermittels äußerst einfacher Konstruktion zugleich als Windkessel und Narkosebehälter dient. Darin streicht der Sauerstoff über eine Aetheroberfläche hinweg und gelangt so, mit Aetherdämpfen vermischt, durch ein weites Rohr in die Gesichtsmaske. Diese besteht aus einer Blechkappe, die durch Aufstülpen einer pneumatischen Gummipelotte luftdichten Abschluß über Mund und Nase erzielt. In ihrem Dach befindet sich eine zweite Oeffnung, durch die die Ausatmungsluft durch einen Gummischlauch in ein einfaches, beliebig einstellbares Wasserstandsventil geleitet wird. Tiegel hat diesen einfachen Apparat bei einer ganzen Reihe von Operationen am Menschen mit gutem Erfolge angewandt.

Demgegenüber betonten Brat und Schmieden, daß Einrichtungen, von deren Funktion unter Umständen momentan die Erhaltung des Lebens abhänge, nur Praezisionsinstrumente sein dürften. Sie bauten einen exakt arbeitenden, handlichen Ueberdruckapparat, der sich durch seine besonders vielseitige Verwendung vor den bisherigen Apparaten auszeichnete, infolgedessen die Anschaffung desselben sich lohnender gestaltete und dadurch indirekt eine we-

sentliche Verbilligung der Ueberdruckapparate herbeiführte. Der Apparat hat sechsfache Verwendungsmöglichkeit: er kann zur einfachen Sauerstoffinhalation, zur Ueberdruckatmung und zur künstlichen Atmung, jedesmal ohne oder mit Narkose angewandt werden. Dadurch kann er ständig in Betrieb erhalten werden und wird stets gebrauchsfertig zur Hand sein. Uns interessiert der Apparat hier nur in seiner Eigenschaft als Ueberdruckapparat. Die zur Erzeugung des Ueberdruckes erforderliche Erschwerung der Ausatmungsluft wird dabei durch ein kleines, mit verstellbarer Federkraft belastetes Glimmerventil erreicht. Zur Einführung der Ueberdruckluft verwandten Brat und Schmieden ein Tubagerohr nach Kuhn, doch ist der Apparat für gewisse Fälle, bei denen eine Gegenanzeige gegen die Intubation besteht (entzündliche Veränderungen der Rachenschleimhaut u. a.), auch mit einer Gesichtsmaske aus Kautschuk ausgestattet, die sich vermöge ihrer elastischen Federung den Formen des Gesichts plastisch anpassen läßt.

Die Dissertationsschrift von Friedmann aus der Bier'schen Klinik, die über die Erfahrungen der ersten 12 Druckdifferenzoperationen mit dem Brat-Schmieden'schen Apparat ausführlich berichtet, zeigt zur Genüge die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit desselben. Bei allen 12 Operationen ist die

Narkose stets ohne jede Störung verlaufen, und der Ueberdruck hat klinisch vollkommen zuverlässig und konstant gewirkt, sodaß dadurch der oft gemachte Einwand, daß Apparate, die die Luftröhre noch durch eingeführte Kanülen künstlich verengen, wegen der dadurch bedingten Druckschwankungen zur Ueberdruckatmung ungeeignet seien, hinreichend entkräftigt wird.

Kuhn hatte zwar schon 1904 die Verwendung seiner Intubation bei der Ueberdrucknarkose empfohlen und dazu ein Instrumentarium angegeben; durch den Brat-Schmieden'schen Apparat ist diese Idee aber erst praktisch verwirklicht worden. Durch die Anwendung der Kuhn'schen Tubage wird die Gefahr der Aspiration und die Notwendigkeit, die Ueberdruckatmung bei Narkosezufällen zu unterbrechen, vermieden, zwei Fehler, die Sauerbruch wiederholt den vereinfachten Ueberdruckapparaten mit Gesichtsmaske vorgeworfen hat. Für die Eingriffe bei eitrigen Lungenerkrankungen, Bronchiektasien u. a., bei denen die Aspirationsgefahr besonders groß ist, verdient die Anwendung der Intubation zweifellos den Vorzug vor der Gesichtsmaske. Im Uebrigen scheint aber die Aspirationsgefahr und die Gefahr bei zeitweiser Unterbrechung der Ueberdruckatmung stark überschätzt worden zu sein, zumal die Erfahrung Tiegels, daß bei Ueberdrucknarkose Erbrechen nur

selten eintritt, von vielen Seiten bestätigt worden ist, und die Pneumothoraxgefahr bei zeitweiser Ueberdruckunterbrechung durch den Müller'schen Handgriff leicht vermieden werden kann.

Die Firma Draeger-Lübeck hat das Prinzip des Brat-Schmieden'schen Apparates durch einzelne kleine technische Abweichungen weiter ausgebaut und unter dem Namen: „Draegers Kombinationsapparat" einen Maskenapparat hergestellt, der im wesentlichen die gleichen Eigenschaften besitzt, wie der Brat-Schmieden'sche, und der jetzt in vielen Kliniken und Krankenhäusern des In- und Auslandes im Gebrauch ist.

Karewsky hielt die vereinfachten Ueberdruckapparate, die mit Gesichtsmaske oder Intubation arbeiten, nicht für sicher genug und gab deshalb eine Ueberdruckkammer an, die nach dem Muster des Brauer'schen Apparates hergestellt, aber durch kleine technische Verbesserungen wesentlich vereinfacht war und geringere Dimensionen aufwies. Er hat die Kammer selbst mit gutem Erfolge vielfach praktisch erprobt.

Endlich sei hier noch der Methode der „intratrachealen Insufflation" gedacht, die von S. J. Meltzer und J. Auer im Jahre 1910 beschrieben wurde, und die in gewisser Beziehung gleichfalls eine vereinfachte Methode zur Ausschal-

tung der Gefahren des offenen Pneumothorax darstellt, wenngleich sie auf wesentlich anderen Prinzipien aufgebaut ist, als die übrigen Druckdifferenzverfahren. Meltzer führte ein dünnes Rohr bis an die Bifurkation in die Luftröhre ein und ließ dadurch kontinuierlich Luft unter einem konstanten Druck abblasen. Er erzielte auf diese Weise eine zur Erhaltung des Lebens genügende Ventilation beider Lungen auch bei vollkommen kuraresierten Tieren. Durch einwandfreie Tierversuche wies er nach, daß der Erfolg seiner Methode um so sicherer wird, je tiefer das Rohr in die Luftröhre eingeführt war, daß er also auf der Beseitigung der schädlichen Räume, das sind die oberen Luftwege und die Luftröhre, beruht. Eine praktische Verbreitung hat die Meltzer'sche Methode bisher nicht gefunden.

Die bisher veröffentlichten behelfsmässigen Druckdifferenzverfahren.

Während vor Kriegsausbruch Operationen an der Brusthöhle nur in großen Kliniken von erfahrenen Lungenchirurgen ausgeführt wurden, und damit das Anwendungsgebiet der Druckdifferenz auf diese Kliniken beschränkt war, kommt im Kriege jeder Feldchirurg in die Lage, die operative Versorgung des offenen Pneumothorax in Angriff zu nehmen. Dabei steht er den schweren Folgen dieser Verletzung ohne Druckdifferenz ziemlich machtlos gegenüber. Des-

halb besteht im Felde mehr, denn je im Frieden, das Bedürfnis, das Druckdifferenzverfahren zum Allgemeingut der Chirurgen zu machen.

Es zeigte sich bald, daß für die vorderen Sanitätsformationen (Sanitätskompagnie und Feldlazarett), für die fast ausschließlich die Bekämpfung des offenen Pneumothorax in Frage kam, selbst diejenigen Druckdifferenzapparate, die für die Verwendung im Kriege als besonders geeignet angesehen wurden, wie der Tiegel'sche und Brat-Schmieden'sche, noch viel zu umfangreich und schwer transportabel waren. Die an diese Formation gestellte Forderung der leichten Beweglichkeit, der ständigen Marschbereitschaft und der Vielseitigkeit in der Behandlung der Krankheiten und Verwundungen verlangt eben eine weise Einschränkung der ärztlichen Ausrüstung.

So kam es, daß man sich mit behelfsmäßigen Druckdifferenzapparaten begnügte, vor deren Anwendung man im Frieden aus hundertfachen theoretischen Bedenken zurückgeschreckt hätte. Die Möglichkeit, zur Operation des traumatischen offenen Pneumothorax im Felde überhaupt Druckdifferenz anwenden zu können, bedeutete einen so großen Vorteil, daß man sich mit den einfachsten Ueberdruckapparaten begnügt hat und allerhand Unbequemlichkeiten, etwaige Druckschwankungen und die Möglichkeit

einer Betriebsstörung ohne Weiteres mit in Kauf nahm. Hatten doch schon im Frieden unsere hervorragendsten Lungenchirurgen, wie Friedrich, Sauerbruch, Küttner u. a. wiederholt auf die augenfällige günstige Wirkung der Druckdifferenz gerade bei dem traumatischen offenen Pneumothorax hingewiesen!

Solche behelfsmäßigen Druckdifferenzverfahren wurden bisher angegeben von Jehn und von Landois.

Im Juli 1915 brachte Jehn, als Assistent Sauerbruchs, die erste Veröffentlichung über die Erfahrungen bei der Anwendung behelfsmäßiger Druckdifferenz gelegentlich einer Mitteilung über die „transdiaphragmale Laparotomie", eine Operation, die auch in unserem Feldlazarett wiederholt erfolgreich mit Hilfe der Druckdifferenz ausgeführt worden ist. Jehn bringt dabei ein Schema seines Apparates, ähnlich demjenigen, das Brauer in seiner ersten Mitteilung über das Ueberdruckverfahren im Tierversuch auf dem Kongreß für innere Medizin im Jahre 1904 brachte, nur daß Jehn natürlich keine Tracheotomiekanüle verwendet, sondern eine Gesichtsmaske, und daß Jehn bei seinem Apparat sogar noch auf den Windkessel verzichtet hat, den Brauer zum Ausgleich der Druckschwankungen anwandte. Leider bringt Jehn nur eine schematische

Beschreibung seines Apparates, aus der sich nähere Einzelheiten, z. B. die Konstruktion seiner Gesichtsmaske, nicht entnehmen lassen. Als Druckluftquelle dient ihm eine Sauerstoffbombe mit Reduktionsventil. Der Sauerstoff geht zunächst durch eine der Narkoseflaschen, die in der experimentellen Physiologie gebräuchlich sind, und wird so, mit Narkosedämpfen geschwängert, dem Patienten durch eine Gesichtsmaske zugeführt. Die Ausatmungsluft strömt in einer zweiten Schlauchleitung durch einen Wasserwiderstand nach außen. Jehn hat diese behelfsmäßige Ueberdruckatmung auch ohne Zwischenschaltung der Narkoseflasche angewandt und in diesen Fällen die Patienten vor Anwendung der Ueberdruckatmung in tiefe Narkose gebracht.

Dieser äußerst einfache Apparat hat sich dem Autor in zahlreichen Fällen durchaus bewährt: „Mit Einsetzen der Ueberdruckatmung tritt sofort eine Besserung des Allgemeinbefindens ein; der Puls wird kräftiger, die Atmung ruhiger, und die Cyanose verschwindet. So wird es möglich, in aller Ruhe, ohne den Patienten zu gefährden, eine genaue Wundrevision vorzunehmen". Aber nicht nur die augenfällige Besserung des Allgemeinbefindens während der Ueberdruckatmung, sondern auch der weitere Verlauf nach diesen Operationen zeigt deutlich genug, daß die Anwendung dieses behelfsmäßigen, verhältnismäßig rohen

Verfahrens im Felde durchaus berechtigt ist. Jehn berichtet von 10 Heilerfolgen unter 14 Verwundeten, bei denen gleichzeitig Brust- und Bauchhöhle verletzt waren und mit Hilfe der behelfsmäßigen Ueberdruckatmung die transdiaphragmale Laparotomie vorgenommen wurde. Jehn betont dabei, wie wichtig es für den weiteren Heilungsverlauf dieser Verletzten ist, daß am Schlusse der Operation der Pneumothorax beseitigt ist, und die Lunge ihre Funktion wieder übernehmen kann.

Landois berichtet im Mai 1916 über 5 Fälle, 3 Lungenverletzungen mit offenem Pneumothorax und 2 Verletzungen der Bauchhöhle mit gleichzeitigem offenem Pneumothorax, bei denen er, gemeinsam mit Burckhardt, die primäre Lungennaht, bezw. die transdiaphragmale Laparotomie ausgeführt hat. Landois hat von den drei Lungenverletzten einen an jauchiger Muskelnekrose mit sekundärem Pleuraempyem verloren. Die beiden anderen sind geheilt worden; bei einem von ihnen kam es zu einem Pleuraempyem, das durch ausgiebige Rippenresektion schnell zur Ausheilung gebracht werden konnte. Von den beiden Brust-Bauchschüssen konnte der erste, ein Lebersteckschuß, durch transdiaphragmale Laparotomie und Lebertamponade gerettet werden, während der zweite bald nach der Operation an der Schwere seiner Verletzung starb. Bei ihm war Lunge,

Zwerchfell, Magen, Dickdarm und Dünndarm verletzt. Außerdem bestanden alte Brustfellverwachsungen, die die Durchführung der transdiaphragmalen Laparotomie unmöglich machten, sodaß nach Versorgung der Brusthöhle, getrennt davon, ein Bauchschnitt vorgenommen werden mußte.

Landois weist in dieser Arbeit wiederholt auf den großen Vorteil hin, den die Anwendung der behelfsmäßigen Ueberdruckatmung im Felde brachte; über den Ueberdruckapparat selbst macht er folgende Angaben:

„Sehr zu statten kam uns im Feldlazarett der Ueberdruckapparat, der nach den Angaben von Herrn Kollegen Burckhardt entsprechend dem Auer-Meltzer'schen Prinzip geliefert wurde, und dessen Skizze beigefügt ist. Die Operationen verlaufen im Ueberdruck bei etwa 8—10 mm Quecksilber sehr viel angenehmer, und die Erfahrung, die man schon im Frieden gemacht hat, daß die Narkosen sehr viel ruhiger sind, zeigte sich auch hier wieder. Bedient wurde der Apparat von einem intelligenten Krankenwärter unseres Lazarettes, der sich sehr schnell in die Konstruktion hineingedacht hatte".

Die Skizze, die Landois hierbei bringt, ist schematisch gehalten und scheint unvollständig zu sein: Ein Blasebalg liefert die Druckluft, die in einer Schlauchleitung dem Patienten durch eine Gesichts-

maske zugeführt wird; in diese Schlauchleitung ist ein Windfang, ein Aetherbehälter und ein Manometer eingeschaltet. Ein Ausatmungsventil ist auf der Skizze nicht vorhanden.

Die Methoden Jehn's und Landois' haben bisher allgemeine Verbreitung wohl noch nicht gefunden. Beide Autoren veröffentlichen nur schematische Zeichnungen des von ihnen gebrauchten Ueberdruckapparates, ohne auf Einzelheiten in der Konstruktion einzugehen. Wir wissen z. B. nicht, aus welchem Material die dabei verwandte Gesichtsmaske besteht, und auf welche Weise der erforderliche luftdichte Abschluß am Gesicht des Patienten damit erzielt wird. Beide Autoren verwenden zudem einen eigenen, nur zur Druckdifferenz brauchbaren Ueberdruckapparat, der die ohnehin schon stark angewachsene Sanitätsausrüstung und damit das Gepäck eines Feldlazarettes weiter vermehren würde.

Eigenes behelfsmässiges Ueberdruckverfahren.

Ein Druckdifferenzverfahren, das zu allgemeiner Verbreitung in der Kriegschirurgie geeignet wäre, müßte soweit vereinfacht werden, daß der erforderliche Ueberdruck mit einem vorhandenen planmäßigen Apparat erzeugt werden könnte, ohne diesen Apparat zu verändern und dadurch seiner ursprünglichen Bestimmung zu entziehen.

Herr Stabsarzt d. L. Dr. Härtel regte mich deshalb zu dem Versuch an, ob nicht unter bestimmten Voraussetzungen mit dem planmäßigen Draeger'schen Sauerstoffatmungsgerät ein brauchbarer Ueberdruck erzeugt werden könnte, ohne konstruktive Veränderungen an dem Gerät vornehmen zu müssen.

Das planmäßige Sauerstoffatmungsgerät (Draegers Sauerstoff-Inhalationsapparat s. Feldanweisung „W") besteht aus einer Sauerstoffbombe mit Reduzierventil, aus einem Sparbeutel oder Windfang, aus einem Zuleitungsschlauch und aus einer starren Pappmaske mit unbelastetem Glimmer-Ausatmungsventil. Für die Ueberdruckerzeugung fehlt also die luftdicht abschließende Gesichtsmaske und die Belastung des Ausatmungsventils.

Brat und Schmieden sagen über etwaige Undichtigkeiten bei der Beschreibung ihres Ueberdruckapparates: „. . . Bei zufälligerweise nicht genügender Abdichtung der Maske oder des Tubagerohres kann es erforderlich werden, mit dem Druck (sct. des Reduzierventiles) zu steigen . . ., jedoch dürfen derartige Undichtigkeiten nur ganz vorübergehend vorkommen und jedenfalls nicht derartig hohe Grade erreichen, daß 2 Atmosphären Ausströmungsdruck nicht die entstandenen Undichtigkeiten kompensieren können, um 7—10 mm Quecksilberdruck zu halten . . ."

Wenn man aus diesem von den genannten beiden Autoren beobachteten Verhältnis zwischen Undichtigkeiten der Maske und Ausströmungsdruck für das Draeger'sche Sauerstoffatmungsgerät die Nutzanwendung zieht und dabei noch einen Schritt weiter tut, steht man vor der Frage, ob man nicht die Undichtigkeit im Abschluß der Draeger'schen Pappmaske soweit herabsetzen kann, daß dadurch bei weit geöffnetem Reduzierventil und abgeschlossenem Ausatmungsventil die gewünschte Erschwerung der Ausatmungsluft zustande kommt. Mit anderen Worten: Kann die Unvollkommenheit im Maskenabschluß dazu ausgenutzt werden, das fehlende Wasserstandsventil zu ersetzen?

Zu diesem Zwecke muß man zunächst die Undichtigkeit im Maskenabschluß möglichst gleichmäßig gestalten. Das gelang mir bei dem ersten Versuch, den ich in der angedeuteten Richtung vornahm, auf einfache Weise durch eine zwischen Gesicht und Maske gelegte Watteschicht. Dieser erste Versuch, den ich bei einem Lungenverletzten mit breit offenem Pneumothorax und sehr schlechtem Allgemeinzustand machte, gelang ausgezeichnet. Die Lunge kam bald zu voller Entfaltung, sodaß die Lungennaht ohne Störung ausgeführt werden konnte, und der Puls besserte sich sichtlich. Das ermutigte mich zu wei-

teren Versuchen, durch die ich schließlich ein gesetzmäßiges Verfahren fand, das uns bei der Versorgung der schweren Brustschüsse gute Dienste geleistet hat.

Man kann mit dem planmäßigen Sauerstoffatmungsgerät auf folgende Weise behelfsmäßig Ueberdruckatmung erzeugen:

Man stellt das Reduzierventil des Sauerstoffatmungsgeräts auf 2—2,5 Atm. = 20—25 Liter Sauerstoff in der Minute ein und setzt die Pappmaske mittels beigegebenen Maskenhalters fest auf das Gesicht des Kranken. Zwischen Maske und Gesicht legt man einen, der Maskengröße entsprechenden Ring aus vierfach zusammengelegter Watte. Darauf schließt man mit dem Daumen einer Hand das Ausatmungsventil auf dem Maskendach ab, während man gleichzeitig mit dem Daumen oder Zeigefinger der anderen Hand einen gleichmäßigen starken Druck auf den Ringknorpel ausübt. Dieser Druck soll den Ringknorpel gegen die Speiseröhre fest andrücken und dadurch verhindern, daß die Ueberdruckluft durch die Speiseröhre in den Magen entweicht und eine verhängnisvolle Magenblähung entsteht (Handgriff nach Professor Roth-Lübeck).

Die Ausatmungsluft kann jetzt nur durch den zusammengepreßten Wattering entweichen. Dadurch wird die nach Brat und Schmieden zur Erzeugung von Ueberdruck allein erforderliche Erschwe-

rung der Exspiration auf einfache Weise erzielt. Der erzeugte Ueberdruck steigert sich zwar mit jedem Atemzuge läßt sich aber durch zeitweiliges Oeffnen des Ausatmungsventils leicht in den physiologischen Grenzen halten. Die objektive Druckmessung, die bei diesem Verfahren natürlich nicht möglich ist, muß ersetzt werden durch sorgfältige Beobachtung der Atmung und Herztätigkeit des Patienten. Der Arzt, der die Ueberdruckatmung erzeugt, muß dauernd in Fühlung mit dem Operateur bleiben. Zur Regulierung des Ueberdruckes öffnet er, bei Beginn der Ueberdruckatmung, etwa nach jedem 10. oder 15. Atemzug das Ausatmungsventil während einer Exspiration, um es dann gleich wieder mit dem Daumen zu verschließen. Meist wird schon nach dem 10. Atemzug die Atmung merklich ruhiger und tiefer, auch der Puls wird stärker und langsamer, und der günstige Einfluß der Ueberdruckatmung auf den Verletzten ist deutlich zu erkennen.

Ist die Lunge selbst nicht verletzt, so wird sie sich sehr bald mit Ueberdruckluft füllen und bis in die Sinus pleurae herabsteigen. Nach dem 20. bis 30. Atemzug liegt sie meist der Brustwand in voller Ausdehnung an. Wenn dies erreicht ist, muß der Operateur den Leiter der Ueberdruckatmung verständigen. Dieser wird nun das Reduzierventil um 2—3 Zehntel Atmosphären zurückstellen und das Aus-

atmungsventil etwa nach jedem 5. Atemzuge öffnen, um den Ueberdruck stets auf gleicher Höhe zu halten.

Ist die Lunge selbst verletzt, so entweicht ein großer Teil des Sauerstoffes aus der Lungenwunde, die Lunge braucht die doppelte bis vierfache Zeit zur Ausdehnung. Dann wird man das Reduzierventil bis auf 3 Atm. = 30 Liter in der Minute öffnen und das Ausatmungsventil dauernd geschlossen halten. Dadurch erreicht man in den meisten Fällen eine genügende Ausdehnung der Lunge. Oft legt sie sich in diesen Fällen nicht vollständig an, sie steigt doch aber immer soweit herab, daß der Chirurg die Lungennaht ohne Behinderung ausführen kann. Nur in zwei Fällen ließ uns die Ueberdruckatmung vollständig im Stich. Beide Fälle kamen zur Sektion, dabei zeigte sich beidemal, daß einer der großen Bronchien verletzt war; es ist erklärlich, daß die Ueberdruckluft durch die große Wunde stets ungehindert entweichen konnte und deshalb die Lunge nicht zur Entfaltung brachte.

Ich möchte dieser Beschreibung noch hinzufügen, daß eine sorgfältige und gleichmäßige Herstellung des Watteringes für die Erzeugung des gewünschten Ueberdruckes von ausschlaggebender Bedeutung ist. Man schneidet sich dazu am zweckmäßigsten ein aus drei — bei sehr lockerer Watte aus vier — Wattelagen bestehendes Dreieck, dessen Seiten etwa 10—

12 cm lang sind, rundet die Ecken ab und bohrt mit der Schere in der Mitte ein Loch, das für zwei Finger gerade durchgängig sein muß. Mit einer 2 cm breiten Binde, deren Kopf gerade eben durch das gebohrte Loch hindurchgeht, bewickelt man den Ring rundherum ziemlich fest. Dadurch vergrößert sich das Loch im Wattering so, daß beim Auflegen des Ringes auf das Gesicht des Patienten Mund und Nase völlig frei sind.

Neuerdings werden auch einige Sauerstoffatmungsapparate mit einer Gesichtsmaske aus Metall ausgestattet, bei der die Konturen der Nasenwurzel stärker betont sind, als bei der Pappmaske. Für diese Masken muß man den Wattering an der für die Nasenwurzel bestimmten Ecke entsprechend dünner machen, also bei der Herstellung desselben ein Dreieck verwenden, das an einer Ecke aus 1—2 Wattelagen besteht.

Setzt man die Maske auf den so verfertigten Wattering und zieht das Gummiband des Maskenhalters straff an, so erzielt man bei dem oben angegebenen Verfahren einen Ueberdruck, der oft etwas höher ist, als praktisch erforderlich. Ein zu hoher Ueberdruck ist hierbei aber deshalb vorteilhafter, als ein zu niedriger, weil die Herabsetzung des Ueberdruckes stets in jedem beliebigen Umfange möglich ist durch Oeffnen des Ausatmungsventils, oder durch

Abdrosseln des Reduzierventils. Eine willkürliche Drucksteigerung ist dagegen durch die Abmessungen des Reduzierventils, das oft nur einen Atmosphärendruck von 2,5 bis 2,7 Atm. hergibt, begrenzt.

Der Roth'sche Handgriff muß stets gleichmäßig und gewissenhaft ausgeführt werden. Die Gefahr der Magenblähung ist zwar bei allen Ueberdruckapparaten, die mit Gesichtsmaske arbeiten, vorhanden, sie ist aber bei diesem behelfsmäßigen Verfahren, das sicher allerhand Druckschwankungen zuläßt, theoretisch immerhin ernster zu bewerten. Ich habe den Roth'schen Handgriff deshalb immer so ausgeführt, daß ich mich an das Kopfende des Operationstisches stellte und den Druck auf den Ringknorpel nicht, wie von Roth angegeben, mit dem Zeigefinger, sondern mit dem Daumen einer Hand ausführte und dabei die vier anderen Finger derselben Hand in den Nacken des Patienten, als Widerlager, legte. So konnte ich ohne allzugroßen Kraftaufwand einen dauernden gleichmäßigen Druck auf den Ringknorpel ausüben. Viele Patienten empfanden den Druck auf den Ringknorpel außerordentlich lästig; in diesen Fällen übte ich den gleichen Druck auf die Luftröhre dicht unterhalb des Ringknorpels aus, was nie unangenehm empfunden wurde und dieselben Dienste leistete.

Herr Stabsarzt d. L. Dr. Härtel hat alle

Druckdifferenzoperationen im Felde in Lokalanästhesie durchgeführt. Genügte die Anästhesie nicht vollständig, z. B. bei Eingriffen am Zwerchfell, so wurde für diesen Operationsakt ein kurzer Aetherrausch eingeleitet. Ich brauchte dazu nur die Maske während einer Exspiration kurz zu lüften und eine bereitgehaltene, mit Aether oder Chloraethyl getränkte Kompresse zwischen Wattering und Maske legen zu lassen.

Es erscheint bei diesem behelfsmäßigen Ueberdruckverfahren bedenklich zu sein, daß man nicht von vornherein einen bestimmten Ueberdruck einstellen kann, sondern die erreichte Druckhöhe jedesmal erst ausproben muß und daß man ferner keine Möglichkeit der objektiven Druckmessung hat. Trotzdem ist es tatsächlich leichter, den Ueberdruck in den gewünschten Grenzen zu halten, als es bei dem Fehlen einer objektiven Druckmessung erscheint. Die Druckdifferenz übt, wie oben ausgeführt, einen so augenfälligen, raschen Einfluß auf die Atmung und Herztätigkeit eines Verletzten mit offenem Pneumothorax aus, daß eine aufmerksame Beobachtung von Puls und Atmung einen ziemlich sicheren Anhalt für die Beurteilung der Ueberdruckhöhe gibt.

Bessert sich der Puls nicht alsbald nach Einsetzen der Ueberdruckatmung und wird die Atmung nicht merklich ruhiger und tiefer, so ist das ein Zeichen für zu schwachen Ueberdruck. Man wird also das Re-

duzierventil weiter öffnen, das Ausatmungsventil aber dauernd verschlossen halten, bis sich die gewünschte Wirkung des Ueberdruckes einstellt; manchmal muß man auch das Maskenhalteband straffer anziehen.

Wird dagegen während der Ueberdruckatmung die Atmung flacher, ohne rascher zu werden, so kann man einfach durch Lüften des Daumens über dem Ausatmungsventil den Ueberdruck momentan herabsetzen, bis die Atmung wieder zur gewohnten Tiefe zurückgekehrt ist.

Man kann die Beobachtung der Atmung und Herztätigkeit des Patienten, ohne ihn zu gefährden, zum Maßstab für die Innehaltung des richtigen Ueberdruckes nehmen, weil die Atmung sich nach den Erfahrungen von Brat und Schmieden schon bei einer Druckdifferenz von 12 mm Quecksilber merklich abflacht, ja oft zum vorübergehenden Stillstand kommt, während schädliche Wirkungen auf Herz und Lungen erst bei bedeutend höheren Druckdifferenzwerten auftreten. (Nach Sauerbruch bei 25—30 mm Quecksilber.)

Wir haben das beschriebene behelfsmäßige Druckdifferenzverfahren im Felde bei etwa 10 Fällen mit schwerem offenen Pneumothorax erprobt. Es hat sich dabei stets gut bewährt. Es erfordert aber eine gewisse Geschicklichkeit von dem Arzt, der dauernd den Roth'schen Handgriff ausübt und gleichzeitig

den Ueberdruck durch Schließen und zeitweiliges kurzes Oeffnen des Ausatmungsventils in den gewünschten Grenzen hält. Ihm muß dabei ein Krankenwärter als Hilfsperson zur Pulskontrolle, zum Stellen des Reduzierventils, zum Unterschieben der Aetherkompresse und zu anderen kleinen Hilfsgriffen zur Verfügung stehen.

Literatur.

Brauer: Praxis und Theorie des Ueberdruckverfahrens. *Deutsche Medizinische Wochenschrift 1908. Nr. 1.*

Brat und Schmieden: Zur Theorie und Praxis des Druckdifferenzverfahrens. *Münchener Medizinische Wochenschrift 1908. Nr. 47.*

Friedmann: Ueber Druckdifferenzoperationen. *Inaugural-Dissertation Berlin 1911.*

Friedrich: Ueber Lungenchirurgie. *Münchener Medizinische Wochenschrift 1908. Nr. 47.*

Jehn: Ueber die chirurgische Behandlung bestimmter Formen von Brustverletzungen im Felde. *Medizinische Klinik 1905. Nr. 27.*

Küttner: Druckdifferenzoperationen. *Bruns Beiträge Band 60. Heft 1/2.*

Landois: Die primäre Lungennaht im Felde unter Anwendung des Ueberdruckverfahrens. *Bruns Beiträge Band 100. Kriegschirur. Band IV. Heft 1.*

Meltzer: Die Methode der intratrachealen Insufflation, ihr wissenschaftliches Prinzip und ihre praktische Anwendbarkeit. *Berliner klinische Wochenschrift 1910. Nr. 13.*

Sauerbruch: Ueber die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Pneumothorax bei intrathorakalen Operationen. *Zentralblatt für Chirurgie. 1904. Nr. 6.*

Sauerbruch: Die Eröffnung der Brusthöhle in meiner pneumatischen Kammer und Neues zur Pneumothoraxlehre. *Verhandlungen des XXI. Kongresses für Innere Medizin.*

Sauerbruch: Die Bedeutung des Mediastinalemphysems in der Pathologie des Spannungspneumothorax. *Bruns Beiträge, Band 60. Heft 3.*

Sauerbruch: Der gegenwärtige Stand des Druckdifferenzverfahrens. *Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie. Band I. 1910.*

Sauerbruch: Brustschüsse. *Kriegschirurgentag in Brüssel. Bruns Beiträge. Band 96. Heft 4.*

Silberstein: Sauerstoffapparate im Dienste der Chirurgie. *Katalog MN. 1913 der Sauerstoff-Zentrale Berlin.*

Tiegel: Experimentelle Untersuchungen über den physiologischen Unterschied zwischen Unter- und Ueberdruckverfahren. *Bruns Beiträge Band 76. Heft 1.*

Tiegel: Ueber die Bewertung des Ueber- und Unterdruckverfahrens. *Bruns Beiträge. Band 79. Heft 3.*

Lebenslauf.

Ich, Hans Georg Dionysius Holfelder, Sohn des Sanitätsrats Dr. Georg Dionysius Holfelder, Chefarztes des Kreiskrankenhauses in Wernigerode am Harz, und seiner Ehefrau Margarete geb. Krukenberg, wurde am 22. April 1891 in Nöschenrode, Kreis Grafschaft Wernigerode geboren. Ich wurde in evangelischem Glauben erzogen und besuchte das Fürstlich Stolberg'sche Gymnasium in Wernigerode. Dort bestand ich im März 1910 die Reifeprüfung und besuchte darauf 5 Semester die Universität Tübingen, je 2 Semester die Universitäten München und Gießen und 1 Semester die Universität Marburg. Vom 1. April bis 30. September 1910 genügte ich meiner Dienstpflicht mit der Waffe in Tübingen. Am 29. Juli 1912 bestand ich in Tübingen die ärztliche Vorprüfung und am 14. April 1916 in Marburg die ärztliche Staatsprüfung, beide mit „gut". Ich stehe seit der Mobilmachung als Arzt im Felde, zuerst beim Feldlazarett 4 und 6 des IV. A. K., dann bei der Pionierkompagnie 297 und jetzt im Infanterie-Regiment Fürst Leopold von Anhalt-Dessau (1. Magdeb.) Nr. 26. Am 10. März 1915 erhielt ich das Eiserne Kreuz II. Klasse.